

航空機観測による東アジアにおけるエアロゾル粒径分布の支配要因の解明 Controlling factors of aerosol size distribution over East Asia

橋岡 秀彬^{1*}; 芝野 佑樹¹; 茂木 信宏¹; 北 和之²; 松井 仁志³; 小池 真¹; 近藤 豊¹
HASHIOKA, Hideaki^{1*}; SHIBANO, Yuki¹; MOTOKI, Nobuhiro¹; KITA, Kazuyuki²; MATSUI, Hitoshi³; KOIKE, Makoto¹
; KONDO, Yutaka¹

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 茨城大学理学部, ³ 海洋研究開発機構

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, Japan, ²Faculty of Science, Ibaraki University, Mito, Japan, ³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Tokyo, Japan

エアロゾルは地球気候への直接的・間接的効果が知られている。温室効果ガスの代表例として知られる二酸化炭素の放射強制力の見積りに比べ、エアロゾルや、エアロゾルによって生じる雲の変化についての見積りは現在も極めて不確定性が大きなものである。直接・間接効果共にエアロゾル粒子の大きさが強く影響しており、気候への影響の不確定性の重要な一因であるため、その粒径分布を調べる事は重要である。

エアロゾルは局在する物質であり、空間的分布は、エアロゾルの発生・輸送・湿性除去といった過程に支配される。粒径分布は、前述の過程の他、新粒子生成や、凝集等でも変化を受ける。よってエアロゾルの実態把握においては、リアルタイム観測と、エアロゾルを含む空気塊が経た過程を踏まえた解析の双方が必要となるが、過去の観測において過程を踏まえ、必要な粒径範囲を十分な時間解像度により分析した事例はない。本研究では航空機観測において新たに超高感度エアロゾル測定機 (Ultra High Sensitivity Aerosol Spectrometer: UHSAS) を導入し、東アジア上空における粒径分布の取得と、特に湿性除去プロセスを考慮した解析を試みた。

UHSAS は個々のエアロゾルの散乱光を効率的に集め、感度の異なる二種類のセンサーを用いることで、従来よりも幅広い粒径測定範囲 (70 - 1500 nm) を実現した光散乱エアロゾル測定装置である。航空機観測に対応するため、UHSAS のソフト・ハード両面において改良を行った。航空機観測での気圧変化に対応する為、内部の流量制御システムを整備した。またエアロゾルのレーザー光散乱による信号波形をすべて保存し、ノイズとシグナルの判別を行うシステムを構築した。加えて、光学系の集光立体角を、偏光状態の測定と粒径既知屈折率既知の粒子を導入することで正確に推定した。この推定の結果、70 nm -1500nm に対して粒径と信号値が 1 対 1 対応する事も確認した。こうして、個々の粒子に基づくエアロゾルの数濃度と粒径分布を、高時間分解能かつ信頼性の高いデータとして取得・解析できるシステムを確立した。なお本システムにおいては、粒径はエアロゾル粒子が屈折率 1.52 であり球形であるという仮定で算出される。

UHSAS を搭載した観測キャンペーン A-FORCE2013W が 2013 年 2 月下旬から 3 月上旬に行われた。航空機外部のインレットから大気を採取し、各種測定器に導入した。この観測において UHSAS により得られた測定データは他の観測機器と一貫性があった。

この観測において測定された粒径分布は、高度上昇に伴い粒径が小粒径側にシフトする傾向が見られた。次に、湿性除去の指標である Black Carbon (BC) の輸送効率 (TE: Transport Efficiency) を BC 質量濃度と CO 濃度から算出したところ、高度上昇に伴い湿性除去をより強く受ける傾向が観測された。また、この湿性除去の指標と粒径分布の関係も、湿性除去を受けるほど粒径分布が小粒径側にシフトする傾向にあった。

高度と湿性除去のどちらが粒径分布に対して支配的な要因であるかを判断する為、各高度における粒径分布を TE ごとの値により区分したところ、粒径分布の傾向はどの高度においても湿性除去の度合いに依存しており、かつ同一 TE の区分において粒径分布の形状はよく一致していた。この結果は粒径分布の高度依存性のメカニズムは湿性除去であることを示唆するものであり、かつ湿性除去がエアロゾルの粒径に依存することを初めて観測的に示したものである。

UHSAS により初めて観測された粒径分布の動態は、直接・間接効果双方の定量的な理解にとって重要なものである。

キーワード: エアロゾル, 粒径分布, 湿性除去, ブラックカーボン, 輸送効率, UHSAS

Keywords: aerosol, size distribution, wet removal process, black carbon, transport efficiency, UHSAS